

**RANCANG BANGUN MOBILE ROBOT AVOIDER
MENGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK UNTUK MENENTUKAN
SUDUT BELOK DENGAN ALGORITMA C4.5**



SKRIPSI

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada Departemen Ilmu Komputer/ Informatika**

Disusun oleh:

Winasis Ardoyoseto Rahman

24010312140099

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER/INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2018

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir/ skripsi tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, 25 Juni 2018



Winasis Ardoyoseto Rahman

24010312140099

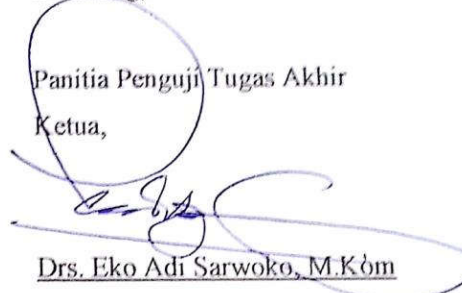
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun Mobile Robot Avider Menggunakan Sensor Ultrasonik
Untuk Menentukan Sudut Belok dengan Algoritma C4.5
Nama : Winasis Ardoyoseto Rahman
NIM : 24010312140099

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 23 April 2018 dan dinyatakan lulus pada tanggal 23 April 2018.

Mengetahui,
Ketua Departemen Ilmu Komputer/Informatika
SIM KNDIP

Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M.Kom.
NIP. 19810420 200501 2 001

Semarang, 25 Juni 2018
Panitia Penguji Tugas Akhir
Ketua,

Drs. Eko Adi Sarwoko, M.Kom
NIP. 19651107 199203 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun Mobile Robot Avider Menggunakan Sensor Ultrasonik
Untuk Menentukan Sudut Belok dengan Algoritma C4.5
Nama : Winasis Ardoyoseto Rahman
NIM : 24010312140099

Telah diujikan pada sidang tugas akhir pada tanggal 23 April 2018.

Semarang, 25 Juni 2018

Pembimbing



Sutikno, S.T., M.Cs

NIP 19790524 200912 1 003

ABSTRAK

Sistem navigasi merupakan salah satu komponen utama yang dibutuhkan pada *mobile* robot penghindar halangan. Salah satu penerapan sistem navigasi pada robot adalah dengan menggunakan sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik dapat mendeteksi berbagai macam objek halangan yang terdapat disekitarnya dengan mengetahui jarak antara sensor dengan objeknya. Untuk mendapatkan hasil yang baik, digunakan 3 buah sensor ultrasonik untuk mengukur jarak halangan pada sisi kiri, depan dan kanan robot. *Mobile* robot yang digunakan merupakan robot beroda yang dirancang dengan sistem kemudi roda diferensial dengan aktuator motor DC. Arduino Uno digunakan sebagai sistem pengendali pada *mobile* robot penghindar halangan, dengan algoritma C4.5 sebagai penentu arah sudut belok robotnya. Variabel yang digunakan untuk menentukan arah sudut belok yaitu jarak pada sensor kiri, depan, dan kanan. Dengan *database* jarak tersebut didapatkan pohon keputusan dari hasil proses pelatihan menggunakan algoritma C4.5. Pohon keputusan berisi aturan-aturan sudut belok robot, yaitu sudut belok 30°, 60°, dan 90° terhadap arah kiri dan kanan. Proses pengujian dilakukan dengan menerapkan aturan pohon keputusan kedalam robot, lalu robot dijalankan dengan kecepatan tertentu pada lintasan dinding penghalang yang sudah diatur sudut beloknya. Melalui hasil pengujian pada *mobile* robot penghindar halangan, didapatkan akurasi belok robot sebesar 82,86%.

Kata kunci : Robot Penghindar Halangan, Decision Tree Algoritma C4.5, Arduino Uno, Sensor Ultrasonik

ABSTRACT

Navigation systems is one of the main component of the avoider mobile robot. One of the navigation system implementations that can be used on robot is to use ultrasonic sensors. Ultrasonic sensor can detect a variety of surrounding obstacles by knowing the distance between the sensor and its object. To get a good result, it uses 3 pieces of ultrasonic sensors to measure the distance of obstacles on the left, front and the right side of the robot. It uses some wheels that is designed with a differential steering system with DC motor as its actuator. Arduino Uno is used as a controller system in an avoider mobile robot with a C4.5 algorithm as a determinant for the direction of the turning angle of the robot. Variables used to determine the direction of turn angle is the distance of the left, front, and right sensors. Decision tree can be obtained from the training process with the distance database using C4.5 algorithm. Decision tree contains the rules for turning angle of the robot, they are 30°, 60°, and 90° toward the left and right side of the robot. The testing process is done by applying the decision tree rules into the robot, then the robot is run with an adjusted speed on a track with the obstacle walls with an adjusted turning angle. The results shown that the robot turns accuracy is 82.86%.

Keywords : Avoider Mobile Robot, Decision Tree C4.5 Algorithm, Arduino Uno, Ultrasonic Sensor.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan anugerah yang diberikan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun *Mobile Robot Avoider* Menggunakan Sensor Ultrasonik Untuk Menentukan Sudut Belok dengan Algoritma C4.5” dengan baik dan lancar. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Departemen Ilmu Komputer/ Informatika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Widowati, S.Si, M.Si, selaku Dekan FSM UNDIP.
2. Dr. Retno Kusumaningrum, S.Si, M.Kom, selaku Ketua Departemen Ilmu Komputer/ Informatika.
3. Helmie Arif Wibawa, S.Si, M.Cs, selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Sutikno, S.T., M.Cs, selaku dosen pembimbing.
5. Semua pihak yang telah membantu hingga selesainya tugas akhir ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan baik dari penyampaian materi maupun isi dari materi itu sendiri. Hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan dan pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan,

Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca pada umumnya.

Semarang, 25 Juni 2015

Winasis Ardoyoseto Rahman

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SUMBER KODE.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 . Latar Belakang	1
1.2 . Perumusan Masalah	3
1.3 . Tujuan dan Manfaat	4
1.4 . Ruang Lingkup.....	4
1.5 . Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 . Perkembangan Penelitian Mengenai Robot Penghindar Halangan.....	7
2.2 . Gelombang Ultrasonik	7
2.3 . <i>Decision Tree</i>	9
2.4 . Algoritma dalam <i>Decision Tree</i>	10
2.5 . Algoritma C4.5	11
2.6 . <i>K-Fold Cross Validation</i>	13
2.7 . <i>Mobile Robot Avoider</i>	14

2.7.1. Aktuator	14
2.7.2. Modul <i>Driver</i> Motor	15
2.7.3. Sensor Ultrasonik	16
2.7.4. Mikrokontroler	18
2.7.5. Baterai.....	19
2.8. Model Pengembangan Perangkat Lunak.....	20
2.9. <i>Flowchart</i>	22
2.10 Permodelan Fungsional.....	24
2.11 Pengujian Perangkat Lunak	26
BAB III ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN	27
3.1. Perancangan dan Pembuatan <i>Mobile</i> Robot Penghindar Halangan	28
3.2. Pengambilan Data Jarak.....	29
3.3. Pembentukan Pohon Keputusan	33
3.4. Pembuatan Aturan-aturan Dari Pohon Keputusan	50
3.5. Rencana Pengujian.....	50
3.6. Kebutuhan Pengembangan.....	51
3.7. Permodelan Fungsional.....	52
3.8. Perancangan <i>Flowchart</i> Sistem.....	53
3.9. Perancangan Fungsi	55
BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN	63
4.1. Lingkungan Pembuatan	63
4.2. Implementasi.....	63
4.2.1. Implementasi Pembuatan Mobil Robot Penghindar Halangan	63
4.2.2. Implementasi Proses Pelatihan	64
4.2.3. Implementasi Proses Penerapan Program pada Robot	68
4.3. Pengujian.....	68
4.3.1. Lingkungan Pengujian.....	68

4.3.2. Pengujian Fungsionalitas	69
4.3.3. Pengujian Data Pelatihan	71
4.3.4. Pengujian Gerak Robot	72
BAB V PENUTUP	77
5.1. Kesimpulan	77
5.2. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	81
Lampiran 1. Sumber Kode Decision Tree dengan Algoritma C4.5	82
Lampiran 2. Sumber Kode Implementasi pada Robot	86
Lampiran 3. Data Pelatihan	104
Lampiran 4. Hasil Pohon Keputusan Bagian 1	109
Lampiran 5. Hasil Pohon Keputusan Bagian 2	110
Lampiran 6. Hasil Pohon Keputusan Bagian 3	111
Lampiran 7. Hasil Pohon Keputusan Bagian 4	112
Lampiran 8. Hasil Pohon Keputusan Bagian 5	113
Lampiran 9. Hasil <i>Rules</i> Pohon Keputusan	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Teknik keelawar menggunakan gelombang ultrasonik (Setyawan, 2014)	8
Gambar 2.2 Model Pohon Keputusan (Pramudiono, 2008)	10
Gambar 2.3 Ilustrasi 4-Fold Cross Validation (Sasongko, 2016)	14
Gambar 2.4 Roda dan Motor DC (TokoArduino.com, 2018)	15
Gambar 2.5 Modul <i>driver</i> motor L298N (IndoWare, 2015)	16
Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik HC-SR04 (Pamungkas, 2017).....	17
Gambar 2.7 Cara Kerja Sensor Ultrasonik (Pamungkas, 2017).....	17
Gambar 2.8 Arduino Uno (arduino.cc, 2018).....	18
Gambar 2.9 Baterai Samsung ICR18650-26F (tenergy.com, 2015)	19
Gambar 2.10 Baterai BestFire 18650 (dhgate.com, 2018).....	19
Gambar 2.11 Model Perancangan <i>Prototype</i> (Zulvani, 2010)	21
Gambar 2.12 Simbol Entitas Luar (Ladjamudin, 2005)	25
Gambar 2.13 Simbol Proses (Ladjamudin, 2005)	25
Gambar 2.14 Simbol <i>Data Store</i> (Ladjamudin, 2005)	26
Gambar 2.15 Simbol <i>Data Flow</i> (Ladjamudin, 2005).....	26
Gambar 3.1 Tahapan pengembangan pembuatan <i>mobile robot</i> penghindar halangan	27
Gambar 3.2 Skema <i>Mobile Robot Avoider</i>	28
Gambar 3.3 Penggambaran sudut belok kanan 30°	29
Gambar 3.4 Ilustrasi pengambilan data jarak pada posisi sudut 30° ke kanan.....	30
Gambar 3.5 Penggambaran sudut belok kanan 60°	30
Gambar 3.6 Ilustrasi pengambilan data jarak pada posisi sudut 60° ke kanan.....	30
Gambar 3.7 Penggambaran sudut belok kanan 90°	30
Gambar 3.8 Ilustrasi pengambilan data jarak pada posisi sudut 90° ke kanan.....	31
Gambar 3.9 Penggambaran sudut belok kiri 30°	31
Gambar 3.10 Ilustrasi pengambilan data jarak pada posisi sudut 30° ke kiri.....	31
Gambar 3.11 Penggambaran sudut belok kiri 60°	31
Gambar 3.12 Ilustrasi pengambilan data jarak pada posisi sudut 60° ke kiri.....	32
Gambar 3.13 Penggambaran sudut belok kiri 90°	32
Gambar 3.14 Ilustrasi pengambilan data jarak pada posisi sudut 90° ke kiri.....	32
Gambar 3.15 Diagram Trigonometri (Lajanto, 2015)	34
Gambar 3.16 Ilustrasi sudut belok <i>mobile robot avoider</i>	35

Gambar 3.17 Sebagian hasil pohon keputusan.....	49
Gambar 3.18 <i>Data Flow Diagram</i> level 1 gerak robot	52
Gambar 3.19 Perancangan <i>flowchart</i> pada data <i>training</i>	53
Gambar 3.20 Perancangan <i>flowchart</i> pada <i>mobile robot avoider</i>	54
Gambar 4.1 Foto hasil rakit mobil robot penghindar halangan	64
Gambar 4.2 Contoh proses pengunggahan program ke Arduino Uno	68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkembangan Penelitian Tentang Robot Penghindar Halangan.....	7
Tabel 2.2 Spesifikasi Roda dan Motor DC.....	15
Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Uno	18
Tabel 2.4 Tabel Simbol Flowchart (Ladjamudin, 2006)	22
Tabel 2.5 Penomoran level DFD	25
Tabel 3.1 Tabel sampel data jarak sensor ultrasonik terhadap dinding lintasan	34
Tabel 3.2 Spesifikasi kebutuhan perangkat lunak (SRS) robot penghindar halangan.....	51
Tabel 4.1 Tabel rencana pengujian dengan Metode <i>Blackbox</i>	69
Tabel 4.2 Tabel hasil pengujian dengan Metode <i>Blackbox</i>	70
Tabel 4.3 Ilustrasi <i>subset K-Fold Cross Validation</i>	72
Tabel 4.4 Hasil pengujian dengan <i>K-Fold Cross Validation</i>	72
Tabel 4.5 Pengujian pada lintasan lurus	74
Tabel 4.6 Pengujian pada lintasan belok kiri 90°	74
Tabel 4.7 Pengujian pada Lintasan Belok Kiri 60°	74
Tabel 4.8 Pengujian pada Lintasan Belok Kiri 30°	74
Tabel 4.9 Pengujian pada Lintasan Belok Kanan 90°	75
Tabel 4.10 Pengujian pada Lintasan Belok Kanan 60°	75
Tabel 4.11 Pengujian pada Lintasan Belok Kanan 30°	75

DAFTAR SUMBER KODE

Sumber Kode 3.1 Algoritma baca sensor jarak	55
Sumber Kode 3.2 Algoritma gerak <i>mobile robot avoider</i>	56
Sumber Kode 3.3 Algoritma pembentukan pohon keputusan	59
Sumber Kode 4.1 Implementasi hitung <i>information gain ratio</i>	65
Sumber Kode 4.2 Implementasi algoritma C4.5	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sumber Kode Decision Tree dengan Algoritma C4.5	82
Lampiran 2. Sumber Kode Implementasi pada Robot	86
Lampiran 3. Data Pelatihan	104
Lampiran 4. Hasil Pohon Keputusan Bagian 1.....	109
Lampiran 5. Hasil Pohon Keputusan Bagian 2.....	110
Lampiran 6. Hasil Pohon Keputusan Bagian 3.....	111
Lampiran 7. Hasil Pohon Keputusan Bagian 4.....	112
Lampiran 8. Hasil Pohon Keputusan Bagian 5.....	113
Lampiran 9. Hasil <i>Rules</i> Pohon Keputusan	114

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, ruang lingkup, dan sistematika dalam pembuatan tugas akhir mengenai penentuan sudut *mobile* robot penghindar halangan dengan Algoritma C4.5.

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi masa kini, tidak terlepas dari inspirasi yang didapat oleh ilmuwan dari alam sekitarnya. Misalnya helikopter yang meniru prinsip kerja pada capung, sistem jalan robot hexapod yang meniru prinsip kerja laba-laba, sampai dengan robot yang dibuat meniru cara kerja manusia dalam bergerak dan berkomunikasi. Hal inilah yang menginspirasi untuk dapat mengadaptasi cara kerja kelelawar yang dapat terbang menghindari berbagai rintangannya di malam hari, ke dalam sistem navigasi robot. Kelelawar menggunakan gelombang suara yang tidak dapat didengar oleh manusia, untuk mendeteksi rintangan pada saat mereka terbang. Kelelawar beraktiftas di malam hari dengan menggunakan ekolokasi, yakni kemampuan untuk memprediksikan objek di depannya menggunakan pancaran gelombang ultrasonik. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa kelelawar pemakan serangga memancarkan gelombang ultrasonik melalui lidahnya sedangkan kelelawar pemakan buah memancarkan ultrasonik dengan kepancan sayapnya (Boonman, et al., 2014). Frekuensi yang dipancarkan berada pada rentang 40-50 KHz yang kemudian hasil pantulannya di terjemahkan oleh kelelawar (Thomas, 2004).

Gelombang ultrasonik dipancarkan oleh kelelawar, lalu dipantulkan kembali oleh benda yang mengenai gelombang ultrasonik tersebut, sehingga membentuk gema untuk diterima. Gema yang dipantulkan tersebut membawa informasi mengenai jarak benda, sehingga kelelawar mengerti bahwa ada halangan disekitarnya, untuk mereka hindari saat terbang (Wilson, 2011). Cara kerja inilah yang akan diadopsi untuk membentuk suatu sistem navigasi pada robot dengan menggunakan gelombang suara atau bisa disebut juga dengan gelombang ultrasonik.

Dengan menggunakan sensor ultrasonik, robot mendapatkan data jarak secara *real time* untuk mengetahui adanya objek penghalang di area sekitarnya. Data jarak

yang didapatkan memiliki pola tertentu sehingga membantu robot menentukan tindakan yang dilakukan untuk menghindari objek penghalang tersebut. Agar menjadi suatu sistem navigasi yang bisa digunakan oleh robot, maka digunakan suatu metode agar robot dapat menentukan tindakannya secara otomatis untuk berjalan melewati lintasan di areanya.

Selain menggunakan sensor ultrasonik sebagai media *input* pada robot, teknologi yang dibutuhkan untuk mengolah data *input* tersebut adalah sebuah mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan perangkat cerdas pada robot yang digunakan untuk mengolah data, mengatur seluruh sistem perangkat yang terhubung, dan memberikan output pada aktuator robot. Salah satu contoh perangkat cerdas tersebut adalah Arduino Uno. Beberapa contoh penelitian yang memanfaatkan Arduino Uno sebagai perangkat cerdas mereka antara lain, sistem keamanan perumahan berbasis mikrokontroler Arduino Uno (Achmad, et al. 2016), aplikasi pengenalan suara sebagai pengendali peralatan listrik berbasis Arduino Uno (Saputri, 2014) dan rancang bangun akses kontrol pintu gerbang berbasis Arduino Uno (Silvia, et al. 2014).

Pada penelitian sebelumnya mengenai navigasi *mobile* robot penghindar halangan, telah diimplementasikan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* sebagai metode navigasinya, dan menghasilkan tingkat akurasi yang cukup baik, sehingga robot dapat menghindari halangan dengan baik (Dwijayanti, 2010). Berdasarkan penelitian tersebut, dilakukan percobaan menggunakan metode pohon keputusan (*decision tree*) dengan algoritma C4.5, yang diharapkan dengan mengimplementasikan algoritma C4.5 kedalam mobile robot penghindar halangan pada penelitian ini didapatkan hasil yang baik sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif sistem navigasi pada mobile robot penghindar halangan.

Pohon keputusan atau *Decision Tree* merupakan salah satu metode klasifikasi yang populer karena mudah untuk diinterpretasi oleh manusia. Kemampuannya untuk mem-*break down* proses pengambilan keputusan yang kompleks menjadi lebih sederhana (Hidayatsyah, 2013). Pohon keputusan menghasilkan aturan-aturan yang dapat digunakan sebagai cara klasifikasi tindakan yang harus dilakukan oleh robot untuk menghindari halangan dengan arah sudut belok yang sesuai dengan kondisi di area sekitarnya.

Dalam tugas akhir ini, digunakan metode *Decision Tree* dengan Algoritma C4.5 sebagai proses penghitungan data pelatihan. Algoritma C4.5 merupakan

pengembangan dari algoritma konvensional induksi pohon keputusan yaitu ID3. Algoritma yang merupakan pengembangan dari ID3 ini dapat mengklasifikasi data dengan metode pohon keputusan yang memiliki kelebihan dapat mengolah data numerik (kontinu) dan diskret, dapat menangani nilai atribut yang hilang, menghasilkan aturan-aturan yang mudah diinterpretasikan, dan tercepat diantara algoritma-algoritma yang menggunakan memori utama di komputer. Pada penerapan beberapa kasus teknik klasifikasi, algoritma ini mampu menghasilkan akurasi dan performansi yang baik (Amin, et al., 2015).

Beberapa penelitian terkait dengan menggunakan metode *Decision Tree* dengan algoritma C4.5 ialah penelitian yang diterapkan pada pengambilan keputusan permohonan kredit oleh debitur untuk menentukan layak atau tidaknya seseorang dalam mengajukan kredit (Amin, et al., 2015). Penelitian serupa juga dilakukan untuk menentukan pemberian pinjaman kepada debitur (Hidayatsyah, 2013). Selain itu juga terdapat penelitian lain dengan metode serupa untuk memprediksi penyakit stroke (Abdillah, 2015).

Selain karena menghasilkan nilai akurasi yang cukup tinggi, metode ini cocok digunakan untuk klasifikasi suatu kelas berdasarkan statistik hasil dari data yang telah disediakan. Hal ini sesuai dengan penelitian pada tugas akhir ini, karena data yang digunakan merupakan kumpulan data jarak yang merupakan data kontinu dari beberapa sensor yang telah dikondisikan sesuai dengan arah sudut belok robotnya. Selain itu, metode ini memiliki kesederhanaan dalam proses pengolahan data dan memiliki tingkat keakurasian yang cukup tinggi berdasarkan dari penelitian-penelitian sebelumnya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi, yaitu:

1. Bagaimana perancangan pembuatan *mobile* robot penghindar halangan sehingga didapatkan robot yang dapat bergerak dengan *input* jarak yang didapatkan melalui sensor ultrasonik dan *output* gerak pada setiap rodanya.
2. Bagaimana mengimplementasikan algoritma C4.5 untuk menentukan arah sudut belok *mobile* robot penghindar halangan agar dapat menghindari objek halangan.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menghasilkan robot avoider yang dapat bergerak menghindari halangan dengan baik berdasarkan *input* data yang diberikan oleh sensor ultrasonik.
2. Menghasilkan implementasi algoritma C4.5 dalam penentuan arah sudut *mobile* robot avoider.

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Sebagai sarana yang lebih efektif dan mudah dalam menentukan pengendalian sudut arah *mobile* robot.
2. Sebagai media pembelajaran robotika dan pemrograman.
3. Dapat dijadikan sebagai bahan perbandingan dengan penelitian yang sudah ada dan referensi baru untuk penelitian selanjutnya.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada implementasi algoritma C4.5 dalam penentuan sudut *mobile* robot penghindar halangan adalah sebagai berikut:

1. Data masukan yang didapatkan merupakan data jarak dari ketiga sensor ultrasonik yang telah terpasang.
2. Keluaran berupa gerak robot yang didapatkan dari arah putaran empat roda yang digunakan, sehingga menghasilkan gerakan maju, mundur, belok kanan, dan belok kiri.
3. Sistem pelatihan atau pembentukan pohon keputusan diimplementasikan pada bahasa pemrograman *Python*.
4. Sistem pengujian diimplementasikan langsung kedalam robot menggunakan bahasa pemrograman C.
5. Robot yang digunakan pada penelitian ini adalah robot yang dirakit dengan beberapa komponen pendukung.
6. Pengujian dilakukan pada lintasan dinding dengan sudut-sudut yang telah ditentukan

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini, ada beberapa sistematika penulisan dokumen yang diikuti, agar dokumen menjadi rapi dan pembaca lebih mudah untuk memahami

hal yang disampaikan dalam dokumen tugas akhir ini. Sistematika penulisan yang digunakan dokumen tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang hal-hal yang melatar belakangi dari rancang bangun *mobile robot avoider* yang menggunakan sensor ultrasonik sebagai media input data dengan algoritma C4.5 sehingga mobile robot avoider dapat menentukan arah sudut. Dengan latar belakang tersebut didapatkan rumusan masalah yang digunakan sebagai dasar dari penelitian tugas akhir, tujuan dan manfaat kedepan mengenai penelitian *mobile robot avoider*, ruang lingkup yang membatasi keseluruhan pembentukan *mobile robot avoider*, dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyampaikan seluruh dasar teori yang digunakan dalam pembentukan *mobile robot avoider* dan penulisan pada tugas akhir ini. Dasar teori yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini mengenai gelombang ultrasonik, metode *Decision Tree* dengan algoritma C.45, spesifikasi alat yang digunakan dalam pembuatan *mobile robot avoider*, metode pengembangan perangkat lunak, hingga metode pengujian yang digunakan.

BAB III ANALISIS KEBUTUHAN DAN PERANCANGAN

Bab ini menyampaikan mengenai analisis kebutuhan serta perancangan dari sistem yang dibuat dari tugas akhir ini. Analisa pada bab ini berisi mengenai permodelan fungsional mobile robot avoider dan kebutuhan dalam pengembangannya. Perancangan sistem pada tugas akhir yaitu, rancangan pengambilan data, rancangan pembuatan aturan pohon keputusan, hingga rancangan pembuatan fungsi berdasarkan *flowchart* yang sudah dibuat. Seluruh perancangan tersebut nantinya dapat dilanjutkan pada proses implementasi sistem yang akan menghasilkan suatu algoritma penghindar halangan untuk *mobile robot avoider*.

BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Bab ini menyampaikan implementasi sistem yang dibangun berdasarkan perancangan yang sudah dijelaskan pada bab analisis dan perancangan sistem. Implementasi sistem yang disampaikan pada bab ini yaitu, implementasi pembuatan mobile robot penghindar halangan/ *mobile robot avoider*,

implementasi proses pelatihan, dan implementasi proses penerapan program pada *mobile robot avoider*. Hasil pengujian dari mobile robot avoider dengan batasan-batasan yang telah dibuat pada ruang lingkup penelitian juga disampaikan pada bab ini, yaitu pengujian fungsional, pengujian data pelatihan dan pengujian gerak robot.

BAB V PENUTUP

Bab ini menyampaikan kesimpulan dan saran dari pengerjaan tugas akhir ini. Kesimpulan dan saran diajukan guna pengembangan penelitian mengenai mobile robot avoider yang menggunakan sensor ultrasonik untuk menentukan arah sudut belok dengan algoritma C4.5.